

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 684 592

②1 N° d'enregistrement national :

92 13223

⑤1 Int Cl⁵ : B 29 C 45/77

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 04.11.92.

③0 Priorité : 07.12.91 DE 4140392.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 11.06.93 Bulletin 93/23.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite: ROBERT BOSCH GMBH — DE.

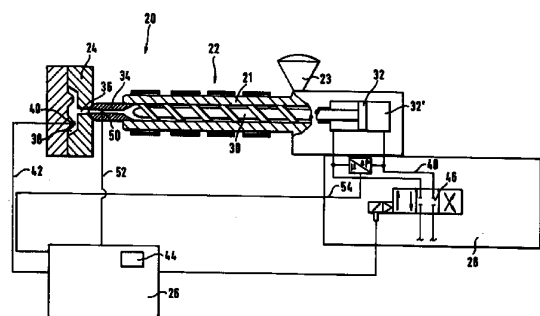
⑦2 Inventeur(s) : Scheckenbach Thomas et Wieland Robert.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Herrburger.

⑤4 Procédé et dispositif de régulation d'une opération d'injection, notamment de matière synthétique thermoplastique.

⑤7 Procédé et dispositif de régulation d'une opération d'injection, notamment de matière synthétique thermoplastique caractérisé en ce que la commutation est déduite de la pression mesurée dans le cycle précédent, de préférence dans l'outil d'injection (24) et la forte montée de la pression, qui se produit lorsque la cavité (38) du moule est complètement remplie, est décelée et sert de critère de commutation et dispositif pour la mise en œuvre du procédé caractérisé en ce que le circuit de régulation (44) assure une commutation automatique de la soupape de régulation (46) pour passer de la pression d'injection à celle de maintien en pression, lorsque la pression régnant dans l'outil d'injection (24) augmente d'une manière plus que proportionnelle.



FR 2 684 592 - A1



" Procédé et dispositif de régulation d'une opération d'injection, notamment de matière synthétique thermoplastique ".

Etat de la technique

5 L'invention concerne un procédé de régulation d'une opération d'injection notamment de matière synthétique thermoplastique, procédé selon lequel on détecte la pression de préférence la pression à l'intérieur du moule dans l'outil
10 d'injection et on commute d'une phase d'injection à une phase de maintien en pression avec une pression de commutation déterminée.

Pour un tel procédé de fabrication de pièce en matière synthétique thermoplastique, il est connu
15 selon le document SE-OS-38 38 909, de détecter la pression dans l'outil d'injection et de commuter à un instant donné pour passer de la pression d'injection à la pression de maintien en pression. Pour cela, il faut surveiller que le point de commutation ne dépasse
20 ni vers le haut, ni vers le bas des limites définies dans une fenêtre déterminée de la pression en fonction du temps. Si les conditions prédéterminées ne sont pas respectées, la pièce est considérée comme pièce de rebut et en cas de répétition, on arrête la machine
25 d'injection.

Selon le document DE-OS-25 39 066, il est connu de monter un organe de mesure de pression à proximité de la partie d'injection de l'outil d'injection et de fournir à un organe de régulation, un signal proportionnel à la pression à l'intérieur du moule ; cet organe de régulation modifie la pression hydraulique de la machine d'injection dans le sens d'une réduction minimum de la différence, en fonction de la déviation par rapport à une valeur de consigne, et le cas échéant il coupe la phase de maintien en pression. Pour ce procédé, il faut prédéterminer une courbe de consigne qui dépend notamment de la matière, de l'outil et de la pièce à modeler.

Dans l'article intitulé "influence des paramètres de traitement sur la qualité de pièce injectée" par G. Maier (PLASTverarbeiter 33. année 1982, n° 3, pages 253 et suivantes). Il est recommandé d'utiliser un circuit de commutation de pression dépendant de la pression intérieure de l'outil. Pour cela, on commute de la pression d'injection au maintien en pression, dès que l'on atteint une pression prédéterminée dans le réseau du moule.

Avantages de l'invention

Le procédé selon l'invention pour réguler une opération d'injection, notamment une opération de fabrication de pièce en matière synthétique thermoplastique, offre l'avantage de déclencher la commutation à l'instant optimum du remplissage volumétrique du moule sans avoir à prédéterminer de façon manuelle la pression, l'instant et la course de la vis. Le système devient ainsi indépendant du personnel de service ainsi que des paramètres qui influencent la machine d'injection, l'outil ou la masse de moulage. En outre, cela réduit considérablement le nombre de pièces mises au rebut et

améliore la constance de la qualité puisque la commutation se produit à l'intérieur du cycle en cours, en fonction de chaque pièce et ne se fonde pas sur la succession des cycles.

5 Suivant une autre caractéristique de l'invention, à partir de la courbe de pression, mesurée, notamment dans l'outil d'injection, on forme en continu la dérivée première et la dérivée seconde en fonction du temps et lorsque la dérivée seconde
10 atteint une valeur prédéterminée, on commute de la phase d'injection à la phase de maintien en pression.

 Selon une autre caractéristique de l'invention, à partir de la courbe de pression, mesurée, de préférence dans l'outil d'injection, on
15 forme en continu la dérivée première et la dérivée seconde en fonction du temps et lorsque la dérivée seconde atteint le maximum, on commute de la phase d'injection à la phase de maintien en pression.

 Selon une autre caractéristique de l'invention, à partir de la courbe de pression, mesurée, de préférence dans l'outil d'injection, on
20 forme en continu la dérivée première et la dérivée seconde en fonction du temps et lorsque la dérivée seconde atteint le maximum, on commute de la phase
25 d'injection à la phase de maintien en pression.

 Selon une autre caractéristique de l'invention, on mesure la pression de préférence dans l'outil d'injection à des intervalles de temps déterminé, on inscrit les valeurs dans un champ de
30 données, et par soustraction de valeurs chaque fois suivantes de la pression, on forme la dérivée première et par soustraction des valeurs successives de la dérivée première, on forme la dérivée seconde en fonction du temps.

35 Selon une autre caractéristique de

l'invention, à la place de la pression régnant dans l'outil d'injection, on utilise une pression liée à celle-ci par corrélation, notamment la pression hydraulique ou la pression dans la buse pour servir à la mesure.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on reconnaît automatiquement la forte montée de la pression et la commutation de la phase d'injection à la phase de maintien en pression.

L'invention concerne également un dispositif d'injection comportant au moins les éléments d'une machine d'injection connue et d'un outil d'injection avec un circuit de régulation qui met en oeuvre notamment le procédé, dispositif caractérisé en ce que le circuit de régulation est relié à au moins un capteur détectant la pression régnant dans l'outil d'injection et d'une soupape de régulation agissant sur la pression hydraulique et le circuit de régulation assure une commutation automatique de la soupape de régulation pour passer de la pression d'injection à celle de maintien en pression, lorsque la pression régnant dans l'outil d'injection augmente d'une manière plus que proportionnelle.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le circuit de régulation est relié à un capteur de pression intégré dans la buse d'une vis de transfert.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le circuit de régulation est relié à une conduite transmettant la pression hydraulique.

La forte montée de la courbe de pression peut se détecter simplement en formant la dérivée seconde de la pression en fonction du temps. De manière préférentielle, on utilise comme critère de commutation, le fait que l'on atteigne ou dépasse une

valeur prédéterminée, par exemple le maximum de la dérivée seconde. Dans le cas de paramètres qui ne varient pas de manière trop fréquente, il peut suffire de surveiller l'instant auquel la dérivée seconde satisfait à certaines conditions aux limites.

Lorsqu'on mesure la pression dans l'outil d'injection, à des intervalles déterminés, et que l'on inscrit des valeurs dans un champ de données, il est possible de former la première et la seconde dérivée par soustraction des valeurs successives. Il s'agit d'étapes d'opérations simples qu'un ordinateur peut exécuter rapidement. Cela garantit que le calcul et la réaction aux valeurs calculées se fassent à l'intérieur du même cycle d'injection.

Il est également possible d'utiliser non pas la pression régnant dans l'outil d'injection, mais une valeur liée par corrélation à la pression comme par exemple la pression hydraulique ou la pression de la buse. Ces pressions se déterminent simplement et ainsi de façon peu coûteuse. Il faut toutefois tenir compte du fait que la corrélation entre les pressions n'est pas toujours exacte.

L'automatisation de la commutation permet de rendre le réglage du point de commutation indépendant du personnel qui effectue l'installation et d'assurer ainsi une commande objective.

Dessins

Un exemple de réalisation de la régulation selon l'invention est représenté schématiquement aux dessins dans lesquels :

La figure 1 montre la courbe de la pression à l'intérieur du moule dans l'outil (en trait plein) la pression de la buse (ligne par points) et la pression hydraulique (ligne par traits) en fonction du temps.

La figure 2 montre le concept d'ensemble de la régulation de l'opération.

Description de l'exemple de réalisation

La figure 1 représente des courbes de
5 pression en fonction du temps. Cette figure montre la relation entre la pression à l'intérieur du moule (lignes en trait plein) 10, la pression hydraulique (ligne en traits interrompus) 12 et la pression dans la buse (ligne par points) 14.

10 Ces pressions peuvent se mesurer à l'aide de capteur dans les zones décrites de manière plus détaillée à l'aide de la figure 2. La figure 2 montre suivant un schéma de principe, un dispositif d'injection 20 comprenant les éléments suivants :

- 15
- alimentation en matière 22,
 - outil 24
 - et unité de commande avec partie électrique 26 et partie hydraulique 28.

20 L'alimentation en matière 22 se compose d'une vis de transfert 30 logée dans un cylindre 21, d'un réservoir de matière 23 et d'un entraînement hydraulique 32 qui commande la vis de transfert 30 pour exécuter des mouvements de rotation et de translation. Une buse 34 est réalisée à l'extrémité du
25 cylindre 21. D'autres ensembles tels que le chauffage, le système de circulation d'eau, ou autres, ne sont pas représentés.

Le mouvement de rotation de la vis 30 (les détails de l'entraînement ne sont pas représentés)
30 transfère la matière synthétique par les filets de vis entre la pointe de la vis 30 et la buse 34 en ramollissant la matière. La matière synthétique fondue, dosée, est injectée à l'avant de la pointe de la vis à travers la buse 34 et par un canal
35 d'injection 36 dans une cavité, c'est-à-dire la cavité

du moule 38 au cours de l'opération d'injection. La vis 30 joue le rôle d'un piston qui est actionné par un cylindre 32' du moteur hydraulique 32.

La cavité 38 du moule est équipée d'un capteur de pression 40 transmettant son signal par un
5 ligne 42 à l'unité de commande électrique 26. Cette unité comporte un circuit de régulation 44 et agit sur l'unité de commande hydraulique 28 qui comporte elle-même une soupape de régulation électro-hydraulique 46
10 et commande l'entraînement hydraulique 32 par les conduites 48.

Les courbes de pression correspondant à une opération en cours selon la figure 1, s'expliquent comme suit :

Après éjection de la pièce précédente, on
15 ferme de nouveau l'outil 24 et la buse 34 s'applique contre l'outil 24 ; un nouveau cycle d'injection commence à l'instant t_0 par l'injection de la matière synthétique fondue du cylindre 21 dans l'outil 24. La
20 matière traverse le canal d'injection 36 pour pénétrer dans la cavité 38 du moule. A l'instant t_1 , le front de la matière en fusion atteint le capteur de pression 40 et la pression 10 à l'intérieur du moule augmente ainsi en continu et d'une manière relativement
25 régulière. Dès que la cavité 38 est complètement remplie, c'est-à-dire lorsque tous les creux de la cavité 38 sont remplis, la pression à l'intérieur du moule 10 augmente. Cela se produit à l'instant t_2 .

La pression hydraulique 12 et la pression de
30 buse 14 augmentent avant l'instant t_2 , de manière régulière, de façon correspondante à la pression 10 à l'intérieur du moule pour croître également très fortement et de façon plus que proportionnelle à l'instant t_2 . L'instant t_2 , représente l'instant
35 optimum auquel on commute de la pression d'injection à

la pression de maintien en pression.

Après la commutation assurée par la soupape de régulation 46, la pression hydraulique 12 revient à une valeur nécessaire pour le maintien en pression et elle est maintenue pendant un certain temps.

Dans l'exemple de réalisation correspondant à la figure 1, après l'instant t_2 et une certaine phase d'atténuation liée au système, la pression hydraulique 12 est constante en fonction du temps. La pression de buse 14 s'établit à une pression réduite par rapport à la pression hydraulique 12, la différence correspondant aux pertes de charge dans le cylindre 21. La pression 10 résultant à l'intérieur du moule reste constante jusqu'à ce que le retrait volumique provoqué par le refroidissement de la masse moulée dans l'outil 24 puisse être compensé par injection complémentaire de matière synthétique fondue à travers l'âme encore plastique. Puis la pression 10 à l'intérieur du moule diminue. La pression dans l'entraînement hydraulique 32 est coupée ; après un certain temps de refroidissement, l'outil 24 se dégage et la pièce injectée est éjectée (cela n'est plus représenté).

Pour détecter l'instant t_2 , on transmet le signal du capteur de pression 40 à un circuit de régulation 44. Dans ce circuit, les valeurs de la pression sont détectées à une cadence correspondant par exemple à 100 Hz pour être inscrites dans un champ de données. Par formation de la différence de valeurs de pression successives, on forme la dérivée première en fonction du temps que l'on inscrit également dans un champ de données. On forme la dérivée seconde en fonction du temps, de façon analogue, en formant la différence de deux valeurs successives de la dérivée première ; cette valeur est également enregistrée.

Lorsque la dérivée seconde dépasse une certaine valeur de seuil, cela est détecté deux cycles de cadence plus tard, et le circuit de régulation 44 fournit un signal de commutation à la soupape de régulation qui commute
5 la pression hydraulique 12 de la valeur nécessaire à la phase d'injection I sur la valeur nécessaire à la phase de maintien en pression II.

Lorsque les paramètres du système sont suffisamment connus et sont constants dans certaines
10 tolérances, il peut suffire que l'on détecte certaines conditions limites dans le tracé de la dérivée première ou seconde par le circuit de régulation. Une telle condition limite prescrit par exemple que deux valeurs successives de la dérivée seconde doivent être
15 positives.

Au lieu de la pression 10 régnant à l'intérieur du moule, on peut également utiliser la pression de la buse 14 ou la pression hydraulique 12 pour déterminer le point de commutation t_2 . Pour cela,
20 on intègre un capteur de pression 50 dans la buse 34 et ce capteur transmet par la ligne 52, un signal à l'unité de commande électrique 26 ; on peut également transmettre directement un signal de pression, de l'unité de commande hydraulique 28 par une ligne 54 à
25 l'unité de commande électrique 26. Comme cela apparaît à la figure 1, la pression de buse 14 et la pression hydraulique 12 n'augmentent de façon significative qu'après l'instant t_2 . L'origine réside dans le comportement au fluage de la matière et dans les
30 relations mécaniques entre la vis de transfert 30 et l'entraînement hydraulique 32. Alors que la pression à l'intérieur du moule 10 doit être utilisée comme paramètre indépendant du système, directement pour déterminer le point de commutation, lorsqu'on recourt
35 à la pression 14 de la buse ou à la pression

hydraulique 12, il faut tenir compte des variations de tels paramètres du système.

Les variations de température ou de viscosité de la matière se répercutent également sur la relation entre la pression à l'intérieur du moule 5 10 et la pression de la buse 14 ou la pression hydraulique 12.

Comme la commutation de la phase d'injection 1 sur la phase de poste injection II dépend de façon importante de la qualité de la pièce moulée et de sa 10 constance, on a disposé avant tout de pièce injectée de précision, avec le respect des tolérances, après réglage correct du point de commutation.

La mesure prescrite ci-dessus de la pression 15 dans le moule lors de l'injection permet une appréciation rapide, proche de la pratique, de la fluidité de matière synthétique fondue. La mesure peut se faire dans des conditions de fabrication et de façon totalement automatique, directement pendant 20 l'opération d'injection. On peut déceler les variations de fluidité de la matière synthétique fondue ou des variations de la température de fusion et tenir compte de ces variations. La commutation automatique en fonction de la pression à l'intérieur 25 du moule tient compte des variations du système et influence la qualité de la pièce injectée.

30

35

R E V E N D I C A T I O N S

1) Procédé de régulation d'une opération d'injection notamment de matière synthétique thermoplastique, procédé selon lequel on détecte
5 la pression, de préférence la pression à l'intérieur du moule dans l'outil d'injection et on commute d'une phase d'injection à une phase de maintien en pression avec une pression de commutation déterminée, procédé caractérisé en ce que la commutation est déduite de la
10 pression (10) mesurée dans le cycle précédent, de préférence dans l'outil d'injection (24) et la forte montée de la pression (10, t_2), qui se produit lorsque la cavité (38) du moule est complètement remplie, est décelée et sert de critère de commutation.

15 2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à partir de la courbe de pression (10), mesurée, notamment dans l'outil d'injection (24) on forme en continu la dérivée première et la dérivée seconde en fonction du temps et lorsque la dérivée
20 seconde atteint une valeur prédéterminée, on commute de la phase d'injection à la phase de maintien en pression.

3) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'à partir de la courbe de pression
25 (10), mesurée, de préférence dans l'outil d'injection (24), on forme en continu la dérivée première et la dérivée seconde en fonction du temps et lorsque la dérivée seconde atteint le maximum, on commute de la phase d'injection à la phase de maintien en pression.

30 4) Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce qu'on mesure la pression (10) de préférence dans l'outil d'injection (24) à des intervalles de temps déterminé, on inscrit les valeurs dans un champ de données, et par soustraction de
35 valeurs chaque fois suivantes de la pression, on forme

la dérivée première et par soustraction des valeurs successives de la dérivée première, on forme la dérivée seconde en fonction du temps.

5 5) procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à la place de la pression (10) régnant dans l'outil d'injection (24), on utilise une pression liée à celle-ci par corrélation, notamment la pression hydraulique (12) ou la pression (14) dans la buse pour servir à la mesure.

10 6) Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on reconnaît automatiquement la forte montée de la pression (10, 12, 14) et la commutation de la phase d'injection à la phase de maintien en pression.

15 7) Dispositif d'injection pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant au moins les éléments d'une machine d'injection connue et d'un outil d'injection avec un circuit de régulation,
20 dispositif caractérisé en ce que le circuit de régulation (44) est relié à au moins un capteur (40) détectant la pression (10) régnant dans l'outil d'injection (24) et d'une soupape de régulation (46) agissant sur la pression hydraulique (12) et le
25 circuit de régulation (44) assure une commutation automatique de la soupape de régulation (46) pour passer de la pression d'injection à celle de maintien en pression, lorsque la pression (10) régnant dans l'outil d'injection (24) augmente d'une manière plus
30 que proportionnelle.

8) Dispositif d'injection selon la revendication 7, caractérisé en ce que le circuit de régulation (44) est relié à un capteur de pression (50) intégré dans la buse (34) d'une vis de transfert (30).

35 9) Dispositif d'injection selon la

revendication 7, caractérisé en ce que le circuit de régulation (44) est relié à une conduite (34) transmettant la pression hydraulique (12).

5

10

15

20

25

30

35

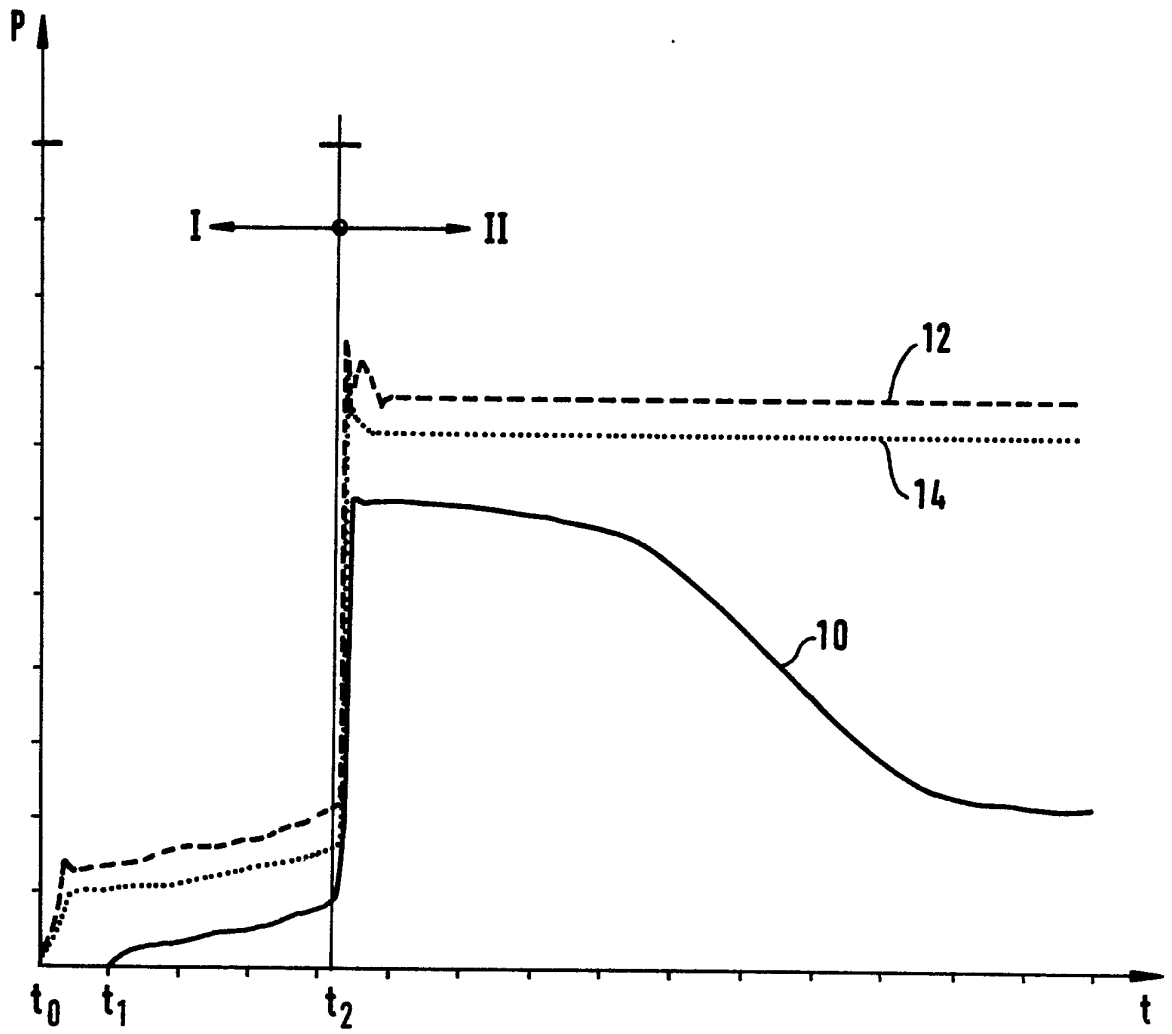


FIG. 1

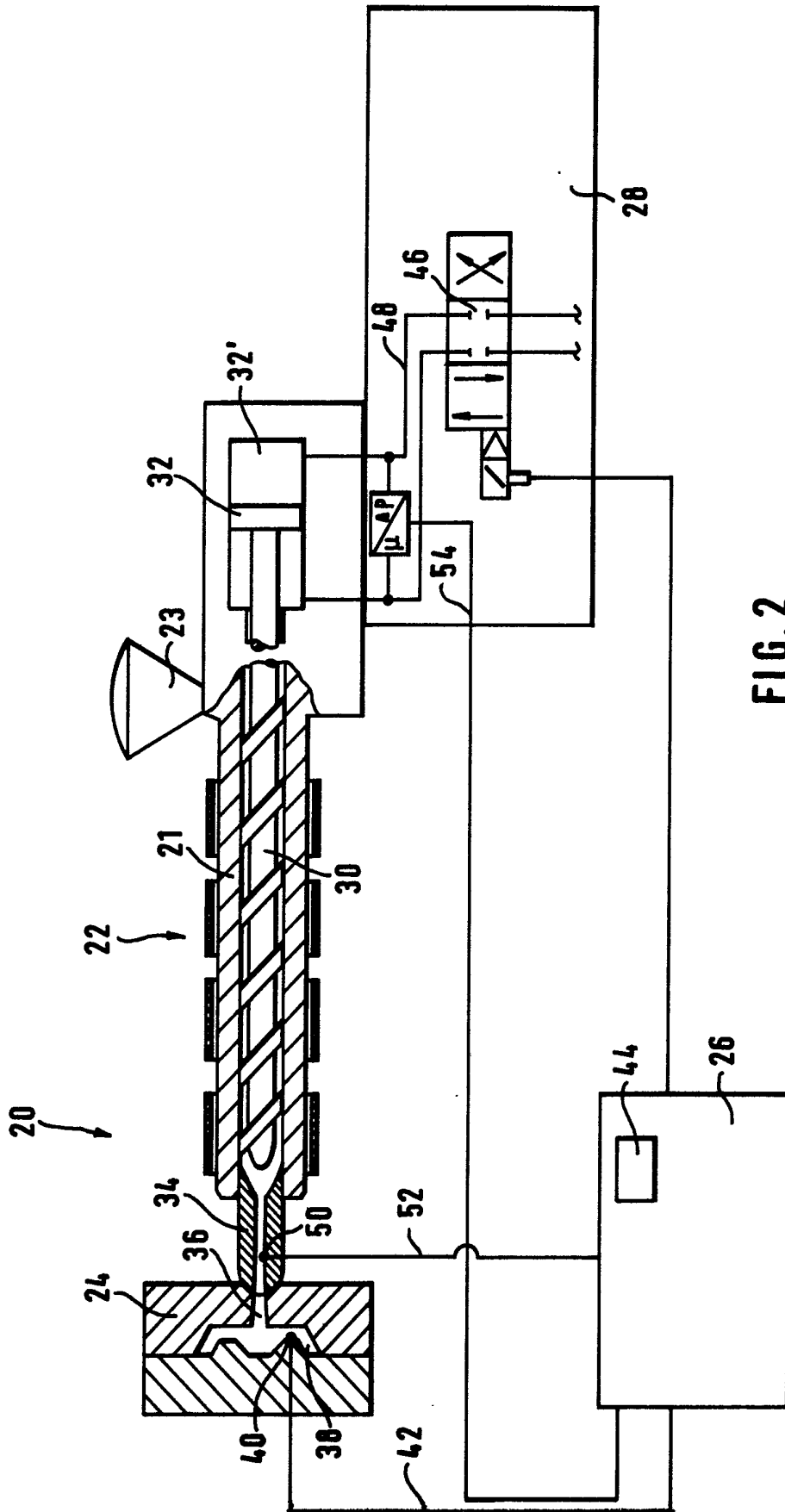


FIG. 2